Aus dem Strahlen-Inſtitut (Prof. Dr. Voltz) der Univerſitäts-Frauenklinik (Vorſtand Prof. Dr. H. Eymer) und dem zahnärztlichen Inſtitut der Univerſität München (Vorſtand Prof. Dr. P. Kranz)

STANFORD UNIVERSITY
JUN
20
1938
LIBRARY

Über die Anwendung radioaktiver Strahlen in der Zahnheilkunde

Inaugural-Diſſertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der

Zahnheilkunde

verfaßt und einer

Hohen Mediziniſchen Fakultät der
Bayeriſchen Ludwigs-Maximilians-Univerſität zu München

vorgelegt von

Eliſabeth Schöpperl
Zahnärztin aus Regensburg

Druck von Joſef Habbel in Regensburg

Meinen lieben Eltern gewidmet!

Wenn Kathodenſtrahlen auf die Wandung der Kathodenröhre (gleich Röntgenröhre ohne Antikathode) fallen, ſo fluoreſziert dieſe grünlich (infolge des Flußſpatgehaltes im Glas). Gleichzeitig treten von der Glaswand aus Röntgenſtrahlen auf. Es lag die Vermutung nahe, daß zwiſchen dieſen beiden Tatſachen, Fluoreſzenz und Auftreten von Röntgenſtrahlen, ein Zuſammenhang beſteht und eben aus dieſer Überlegung heraus machte Becquerel im Jahre 1896 diesbezügliche Verſuche. Er benützte dazu ein ſtark fluoreſzierendes Uranſalz, das er zuerſt mit Sonnenlicht beſtrahlte und dann auf eine vor Licht geſchützte photographiſche Platte einwirken ließ. Tatſächlich wurde dieſe dadurch belichtet und der Beweis ſchien erbracht, daß Röntgenſtrahlen durch Fluoreſzenz hervorgerufen werden. Als Becquerel aber zum Vergleich unbeſtrahltes Uranſalz verwendete, konnte er dieſelben Wahrnehmungen machen. Ganz folgerichtig zog er daraus den Schluß, daß dieſe durchdringenden Strahlen von den Uranſalzen ſelbſtändig ausgeſendet werden und entdeckte hiermit die radioaktive Strahlung. Uran iſt ein Metall mit dem höchſten Atomgewicht (238,2) und kommt in der Pechblende einem Erz, wie es bei Joachimstal in Böhmen, in Sachſen, ferner in Colerado in Nordamerika, im Kongoſtaat uſw. vorgefunden wird. Becquerel fand, daß Uranſalze Strahlen ausſenden, die imſtande ſind, feſte Stoffe zu durchdringen und chemiſche Reaktionen auf einer lichtempfindlichen Silberſalzſchicht auszulöſen vermögen, was bei geeigneter chemiſcher Behandlung (Entwickeln) nachzuweiſen iſt (Schwärzung der Silberſalze). Dem Ehepaar Curie gelang es im Jahre 1898 in der vom Uran befreiten Pechblende noch zwei weitere, weit ſtärker ſtrahlende Subſtanzen, nämlich Polonium und Radium zu iſolieren. Später entdeckte man noch das Actinium, Thorium, Radiotellur uſw., die man kurz unter dem Namen radioaktive Subſtanzen zuſammenfaßt.

Während Röntgenſtrahlen durch elektriſche Energie erzeugt werden, iſt die Entſtehung radioaktiver Strahlung auf einen Zerfall des Atoms zurückzuführen. Welche Vorgänge im Atomkern hierzu führen, iſt bis heute noch nicht feſtgeſtellt. Doch haben die Forſchungen von Rutherford und Royds über die Art des Zerfalls und die radioaktiven Strahlen aufgeklärt. Vor allem werden beim Zerfall der Atome Materieteilchen in Form von Heliumatomkernen herausgeſchleudert, was man als Alfaſtrahlung bezeichnet. Alfaſtrahlen ſind doppelt ioniſierte Heliumatome, d. h. es beſtehen zwei freie Kernladungen. Daher erfahren dieſe Alfaſtrahlen im elektro-magnetiſchen Feld eine Ablenkung im Sinne einer poſitiven Ladung, entſprechen alſo den Kanalſtrahlen. Die Alfaſtrahlen machen den Hauptteil der Strahlung aus und ſtammen aus dem Kern der radioaktiven Subſtanz.

Eine zweite Form beim Atomzerfall ist gekennzeichnet durch das Herausfliegen von Kernelektronen, d. h. Elektronen, negative Ladungseinheiten, welche die positiven Protonen im Kern des Elements zusammenhalten. Bei den radioaktiven Substanzen sind diese Kräfte offenbar ungenügend vorhanden, daher der Zerfall derselben. Betastrahlen erfahren daher im elektromagnetischen Feld eine Ablenkung, die jener der negativen Ladungen gleichkommt, entsprechen daher den Kathodenstrahlen. Die Betastrahlen entwickeln eine Geschwindigkeit von rund 290 000 km pro Sekunde, also ungefähr Lichtgeschwindigkeit. Alfa- und Betastrahlen sind korpuskuläre Strahlen, lassen sich daher im elektromagnetischen Feld ablenken.

Im Gegensatz dazu läßt sich eine dritte beim Zerfall radioaktiver Substanzen auftretende Strahlenart, die Gamastrahlung durch ein elektromagnetisches Feld nicht beeinflussen. Diese Strahlung stellt nichts anderes dar als eine Wellenbewegung im Äther, ist also nicht korpuskulär, sondern ein Energievorgang. Diese Strahlenart entsteht im Kern, in welchem nach Aussendung von Alfa- und Betastrahlen eine Umlagerung, eine Art Zusammensturz der verbleibenden Teilchen erfolgt. Dieser ruft die Gamastrahlen, die den Röntgenstrahlen wesensgleich sind, hervor. Jede radioaktive Substanz sendet Gamastrahlen von ganz bestimmter Schwingungszahl und Wellenlänge aus. Diese Wellenlänge ist von ganz außerordentlicher Kleinheit, so daß zu ihrer Bestimmung die bei den Röntgenstrahlen angewendete Methode, Kristallgitter zu verwenden, versagte. Genaue, auf anderer Grundlage aufgebaute Berechnungen ergaben aber, daß die Gamastrahlen eine etwa 20mal kleinere Wellenlänge aufweisen als die Röntgenstrahlen. Infolge dieser kürzeren Wellenlänge ist die Durchdringungskraft eine wesentlich stärkere, so daß die Schattenbilder, die man auch mit Hilfe von Gamastrahlen herstellen könnte, nicht annähernd so scharf sind, wie die der Röntgenstrahlen. Man kennt eine ganze Reihe von radioaktiven Stoffen, wie z. B. Radium, Aktinium, Polonium usw., die sich aber alle auf zwei Mutterstubstanzen zurückführen lassen, d. h. Abkömmlinge derselben sind, nämlich auf Uran und Thorium. Es würde zu weit führen, auf alle die Zwischenprodukte, die beim Zerfall dieser beiden Elemente entstehen, einzugehen. Daher beschränken sich folgende Betrachtungen nur auf die für uns wichtigste radioaktive Substanz, auf das Radium. Radium hat als Mutterstubstanz das Uran. Sein Zerfall verläuft folgendermaßen: Radium geht nach Abgabe von Alfastrahlen über in die gasförmige Emanation, die eine außerordentlich hohe Dichte und das Atomgewicht 222, also um 4 Einheiten weniger als Radium aufweist. Dieses Gas sendet wiederum Alfastrahlen aus (Heliumionen) und geht über in Radium A, das einen festen Körper darstellt, aber rasch weiterzerfällt zu Radium B und weiterhin nach kurzer Zeit zu Radium C. Die Intensität für die einzelnen dabei auftretenden Strahlen ist abwechslungsweise stärker oder schwächer, bzw. für die eine oder andere Art

gleich o. In ähnlicher Weiſe vollzieht ſich weiterhin die Umwandlung über die Zwiſchenprodukte Radium D (Radioblei), Radium E, F (= Polonium) bis als Endprodukt Radium G übrigbleibt, welches chemiſch mit Blei identiſch iſt, jedoch ein anderes Atomgewicht aufweiſt.

Die Einwirkung der radioaktiven Subſtanzen auf lebende Zellen beruht überwiegend auf der Wirkung der Gamaſtrahlen. Wie die Röntgenſtrahlen, ſo können auch ſie ſchädigende Wirkung auf Organismen ausüben, können aber auch zu Heilzwecken angewendet werden. Die biologiſche Wirkung der Radiumſtrahlen iſt wiederholt geprüft worden. Vor allem ſpielte Doſierung eine große Rolle. In ſchwacher Form verabreicht wirken ſie anregend auf das Leben der Zelle. Sie ſteigern die Lebensvorgänge, was einer Hyperämie gleichkommt und üben dadurch heilende Wirkung aus; gleichzeitig beeinfluſſen ſie die Nervenendigungen dahingehend, daß vorübergehende Schmerzlinderung eintritt. Es ſprechen nun aber die einzelnen Gewebsarten nicht alle gleichſtark auf die Strahlung an. Am leichteſten geſchädigt werden Zellen, die ſich im Stadium der Teilung befinden. Je größer die Vermehrungs- und Wachstumsfähigkeit einer Zellgemeinſchaft iſt, um ſo größer iſt ihre Empfindlichkeit. So ſind z. B. die Blutbildungsſtätten, Knochenmark und Milz ſehr ſtrahlenempfindlich. Kleine Doſen bewirken eine Vermehrung der weißen Blutkörperchen. Starke, bzw. tödliche Doſen eine beträchtliche Abnahme, ja, die weißen Blutkörperchen können ſogar ganz aus dem Blut verſchwinden. Knorpel, Bindegewebe und Muskulatur ſind wegen des geringeren Umfangs der Lebensvorgänge innerhalb ihres Zellverbandes dementſprechend weniger empfindlich. Auch das periphere und zentrale Nervenſyſtem reagiert nicht beſonders ſtark auf die Beſtrahlung. Knochengewebe bedarf intenſiver Beſtrahlung bis es anſpricht. Entzündetes Gewebe und Neoblasmen, alſo pathologiſches Gewebe ſtellen Gewebe mit geſteigerten Lebensvorgängen dar, d. h. neben erhöhtem Stoffwechſel iſt auch eine vermehrte Zellteilung zu verzeichnen. Demzufolge iſt auch die Einwirkung von Röntgen- und Gamaſtrahlen eine äußerſt intenſive.

Dadurch iſt es möglich, durch richtige Doſierung, krankhafte Zelltätigkeit zu ſchwächen und zu hemmen, die normale Zellfunktion anzuregen. Daher kann Radium ſehr wohl zur Heilung von Geſchwülſten, Hautkrankheiten, Gicht, Rheumatismus, Neuralgien, Anämie und gynäkologiſchen Leiden verwendet werden. Bei all dieſen Fällen ſtehen Hyperämie bzw. vermehrte Zellteilung im Vordergrund, was als Hauptangriffspunkt für die Strahlen in Betracht kommt. Da aber Lokaliſation, Ausdehnung und pathologiſche Veränderung bei den betreffenden Krankheiten ſtark voneinander verſchieden ſind, iſt es auch nötig, in der Applikation Unterſchiede bezüglich Übertragungsmittel (Träger der Subſtanz) und Intenſität der Strahlenwirkung zu treffen. Normalerweiſe greift man zur unmittelbaren Beſtrahlung mit feſten radiumſalzhaltigen Stoffen.

In vielen Fällen jedoch wendet man auch Injektionstherapie, Inhalations- oder Badekuren an. Ein nicht zu ſchnell zerfallender radioaktiver Stoff wird nahe der erkrankten Stelle injiziert. Von dort aus breitet er ſich auf dem Blutweg in die Umgebung aus, wobei er gleichzeitig ſeine Strahlenwirkung entfaltet. Die letzte Entſcheidung, welche Methode anzuwenden iſt, bringt aber immer die Unterſuchung der im ſpeziellen Fall vorliegenden Verhältniſſe durch den Spezialiſten.

Nicht ſelten entſtehen im Bereich der Mundhöhle Prozeſſe, die eine Behandlung durch radioaktive Strahlung angezeigt erſcheinen laſſen. Daher iſt es ſehr wohl angebracht, daß auf die Anwendungsmöglichkeiten von radioaktiven Subſtanzen in der Zahnheilkunde näher eingegangen wird.

Von den entzündlichen Prozeſſen in der Mundhöhle ſtehen diejenigen des Aufhängeapparates der Häufigkeit nach im Vordergrund. Normalerweiſe geht man in der Zahnheilkunde bei der Behandlung ſolcher Fälle ſo vor, daß man nach Beſeitigung der Urſachen (infizierter Wurzelkanal, mechaniſche oder chemiſche Reize auf den Zahn oder deſſen nächſter Umgebung) verſucht, die Entzündung des Periodontiums durch reizloſe Medikamente zum Abklingen zu bringen, oder, falls bereits eine Infektion des periapikalen Gewebes erfolgt iſt, durch Wärmeapplikation die Abſzedierung zu beſchleunigen um dann zur Vermeidung weiterer Nachſchübe nach einer baktericiden, feſten Wurzelfüllung die Wurzelſpitze zu reſezieren.

Zum erſtenmal wurde Radium zur Behandlung von akuten und chroniſchen Periodontitiden, alſo entzündlichen Prozeſſen der Wurzelhaut, im Jahre 1912 von Levy in der Zahlheilkunde angewendet. Es zeigte ſich, daß derartige Prozeſſe ſchnell auf die Beſtrahlung anſprachen und daher die Behandlungsdauer weſentlich herabgeſetzt wurde. Eine einmalige Beſtrahlung führte innerhalb 24 Stunden ſchon eine weſentliche Beſſerung und Verſchwinden der Symptome herbei. Chroniſche Periodontitiden, mit ihren Folgeerſcheinungen, Granulom und Cyſte, müſſen faſt immer operativ angegangen werden. Die Radiumbeſtrahlung ermöglicht es, unter Erhaltung der Wurzelſpitze die Erkrankung zur Rückbildung zu bringen. Ein Granulom enthält reichlich Lymphocyten, Leukocyten und Blutgefäße, ſtellt alſo ein Gewebe mit erhöhter Lebenstätigkeit dar. Durch die Beſtrahlung werden die Lebensvorgänge noch mehr geſteigert, eine Hyperämie hervorgerufen, verbunden mit einem weiteren maſſenhaften Auftreten von Leukocyten, die einen raſchen Abtransport von Zerſetzungsprodukten bewirken. Bei folgenden periodontitiſchen Prozeſſen iſt nach Levy eine Radiumbehandlung beſonders indiziert:

1. Periodontitiden, bei denen medikamentöſe Behandlung verſagt.
2. Periodontitiden, bei denen infolge Verkalkung der Wurzelkanäle eine einwandfreie Verſorgung derſelben nicht gewährleiſtet iſt.
3. Bei Angſt der Patienten vor chirurgiſchen Eingriffen.

4. Als Nachbehandlung, wenn der chirurgiſche Eingriff nicht den gewünſchten Erfolg erbrachte.
5. Wenn durch die Ausdehnung des Krankheitsherdes der Halt des Zahnes nach der Wurzelſpitzenreſektion bedroht wäre.
6. Bei Nähe des Formanen mentale, da in dieſem Falle bei einem operativen Eingriff die hier austretenden Nerven gefährdet würden.
7. Bei Nähe der Highmershöhle, alſo bei Prozeſſen an den oberen Prämolaren und Molaren.
8. Wenn infolge bereits vorliegender prothetiſcher Arbeiten ein Angehen des erkrankten Zahnes Schwierigkeiten bereiten würde.
9. Wenn Hämophilie, Diabetes, Herzfehler uſw. vorliegen, ſo daß bei einem Eingriff unangenehme Folgen zu gewärtigen wären.

Die Technik der Beſtrahlung iſt in all dieſen Fällen ſehr einfach. Mittels Protheſen aus plaſtiſchem Abdruckmaterial wird das Radiumpräparat direkt am Ort der Wahl angebracht. Levy empfiehlt hiezu bei Periodontitis 40 mg Radiumbromid auf die Dauer von 1 Stunde zu applizieren. Bei der Beſtrahlung von Granulomen und Cyſten verwendet man ausſchließlich harte Gamaſtrahlen, die eine Einſchmelzung und Rückbildung des entzündeten Herdes bewirken.

Dieſe periodontitiſchen Erkrankungen nehmen nicht ſelten ihren Ausgang von einer Wurzelfüllung, die infolge der ungünſtigen Kanalverhältniſſe (Ramifikationen) unvollkommen iſt. Um dem vorzubeugen, verwendete Levy prophylaktiſch eine Wurzelpaſte, die eine radioaktive Subſtanz enthält. Damit wollte er erreichen, daß einem Eindringen und einer Vermehrung von Erregern in den nicht von der Füllung erfaßten Seiten- und Dentinkanälen entgegengewirkt wird. Levys Paſte, Radiolix genannt, beſteht aus einem radioaktiven Pulver, Thoriumhydroxyd und einer jodabſpaltenden Flüſſigkeit. Natürlich darf die Strahlung bei einer derartigen Dauerfüllung nicht zu intenſiv ſein, um eine etwaige Schädigung des umliegenden Gewebes zu vermeiden. 1 Gramm Radiolix, mit dem bis zu 10 Wurzeln gefüllt werden können, enthält daher nur 1,5/1000 mg Radiothor. Auf eine Füllung treffen daher 1,5/10 000 mg der radioaktiven Subſtanz. Die Strahlung iſt daher abſolut unſchädlich, bewirkt jedoch eine Sterilisation der Wurzelkanäle mit ihren Verästelungen und der Dentinkanälchen. Durch den Gehalt der jodabſpaltenden Flüſſigkeit eignet ſich Radiolix auch zur Gangränbehandlung, da dieſe Jodverbindung auf die Anaerobier ſtark einwirkt. Säurehaltige Zemente würden eine Abſpaltung freien Jodes begünſtigen und dadurch eine Verfärbung des Zahnes herbeiführen. Es muß daher bei Radiolix eine neutrale Zwiſchenſchicht (Guttapercha) angewendet werden. Auch als Pulpenamputationspaſte hat ſich Radiolix bewährt und wird ſo allen Anforderungen gerecht, die an eine Wurzelpaſte geſtellt werden. Es iſt gewebsfreundlich, baktericid und durch den

Gehalt an Thorium röntgenpoſitiv. Zur Behandlung von entzündlichen Prozeſſen in der Umgebung des Zahnes, alſo margineller Gingivitis, Stomatitis, Pſoriaſis uſw. führte Levy ebenfalls das Radium erfolgreich ein. Auch hier nützte er die günſtige Wirkung der Strahlen auf Entzündungsgewebe aus.

Die guten Erfahrungen bei der Behandlung von Entzündungen mit Radium legten den Gedanken nahe, auch bei Entzündungen der Pulpa den heilſamen Einfluß der radioaktiven Strahlen zu verwerten. Leiſt konnte aber lediglich bei Verwendung ungefilterter Präparate einen Erfolg verzeichnen. Als Träger für Doſen zwiſchen 6 und 50 mg benützte er Platinbehältniſſe von 0,3 mm Wandſtärke. In dieſer Form konnte die Beſtrahlung aber nur bei größeren Kavitäten, alſo beiſpielsweiſe zentralen Kavitäten von Molaren durchgeführt werden. Für kleinere kariöſe Defekte benützte er 0,01 bzw. 0,02 mg. Radiumelement, wobei er Salze desſelben mit Silikatzement miſchte und das Gemenge mit der entſprechenden Flüſſigkeit (Phoſphorſäure), angerührt in die betreffende Kavität einbrachte. Es zeigte ſich, daß eine Schmerzlinderung nur dann eintrat, wenn die Pulpa eröffnet war. Dieſer Umſtand iſt wohl darauf zurückzuführen, daß für den Fall des geſchloſſenen Kavums die durch die Beſtrahlung geſteigerte Hyperämie einen geſteigerten Druck auf die Nervenendigungen (Unmöglichkeit der Tumorbildung infolge der anatomiſchen Verhältniſſe) und damit erhöhten Schmerz herbeiführte. Die Anwendung des Radiums bei Pulpitis erwies ſich alſo der üblichen Therapie bei Pulpitis (Anwendung desinfizierender, entzündungshemmender Medikamente wie Chlorphenol oder Devitaliſation mit anſchließender Wurzelbehandlung) nicht ebenbürtig.

Für die bei Pulpitiden oft notwendige Devitaliſation der Pulpa wurden gewöhnlich Arſenpräparate benützt. Die Erkenntnis, daß bei ſtarker und langer Beſtrahlung von hyperämiſchem Gewebe dieſes zur Nekroſe gebracht wird, führte dazu, Radiumbeſtrahlung auch zur Devitaliſation der entzündeten Pulpa zu verſuchen. Eine Beſtrahlung mit 0,001 gr. Radium auf die Dauer von 6 bis 12 Stunden brachte die Pulpa zur Nekroſe. Das hiſtologiſche Bild, das ſich dann darbot, unterſchied ſich weſentlich von dem der Arſenpulpa. Während bei letzterer reichlich kleinzellige Infiltration zu verzeichnen war, fehlte dieſe hier vollſtändig.

Bei entzündlichen Prozeſſen im Aufhängeapparat des Zahnes, Trigeminusneuralgien, Nachſchmerzen nach Zahnextraktionen und ſonſtigen Eingriffen verwendet man gerne Wärmebeſtrahlungen (Ultrarot) mit Hilfe der Soluxlampe oder Ultraviolettbeſtrahlung mit der Höhenſonne. Dieſelbe Wirkung wie mit dieſen kann man auch erzielen, wenn man ſogenannte Radiokompreſſen zur Anwendung bringt. Hierbei handelt es ſich um eine Radiumſchwachbeſtrahlung. Radium wird dabei in ſehr geringer Menge und in geeigneter Form in Kiſſen eingenäht und dieſe wiederum in Gummiſtoff ein-

gehüllt. Der Vorteil dieſer Methode beſteht darin, daß der Patient auch nachts dieſe Kompreſſen tragen kann und dadurch die Heilung beſchleunigt wird.

Natürlich ſtellen dieſe Radiumkompreſſen in Fällen ausgeprägter Neuralgien nur unterſtützende Momente zu der hier unerläßlichen ſpezifiſchen Behandlung dar. Dieſe beſteht, je nachdem die Urſachen exogen oder zentral bedingt ſind, darin, daß man im erſten Fall die Urſachen (Knochenkanten, verlagerte Zähne, verdrängend wachſende Tumoren uſw.) beſeitigt oder die betreffenden Nervenſtämme an ihren Austrittsſtellen exſtirpiert, und die Foramina plombiert, um ihre Regeneration zu vermeiden; auch die Alkoholinjektion kann hier vorübergehend oder dauernd zum Erfolg führen. Im zweiten Fall, bei zentraler Urſache, geht man ſo vor, daß man entweder Alkoholinjektion ins Ganglion ausführt oder das Ganglion exſtirpiert.

Bei Neuralgien kam auch noch die Injektion von radioaktiven Subſtanzen zur Anwendung. Man benützte hierzu eine Löſung von Radiumſalzen und Atophan, von der man 12 Doſen à 2 ccm (0,5 Gr. Atophannatrium und 0,001 mg Radium) in Abſtänden intravenös injizierte. Nach den erſten Injektionen trat zunächſt eine Verſchlimmerung des Zuſtandes ein, was aber durch Verabreichung von Anaesthetica in erträglichen Grenzen gehalten werden konnte. Nach Beendigung der Kur waren die Patienten nach ¾ Jahren noch anfallsfrei. Sicherer waren die Erfolge allerdings, wenn man ſtatt der intravenöſen Injektion direkt ins Ganglion Gaſſeri ſpritzte und ſich hierbei die ſchon früher eingeführte Alkoholinjektion als Vorbild nahm. Demnach iſt die Radiophaninjektion der Alkoholinjektion zum mindeſten ebenbürtig. Als Vorzug gegen letztere ſei noch auf die Tatſache hingewieſen, daß bei der Radiophaninjektion die narbigen Einziehungen nur in geringerem Umfang zu beobachten waren.

Im Gebiet der Mundhöhle kommt es, wenn auch glücklicherweiſe nicht allzuhäufig, vor, daß vom Zahnſyſtem ausgehende eitrige Prozeſſe ſich diffus im Gewebe ausbreiten und ſo die gefürchtete Phlegmone hervorrufen, beſonders gefährlich durch die hier gegebenen Ausbreitungsmöglichkeiten in die Meningen, den Pharynx oder Mediaſtinum. Um dem zu begegnen, wird allgemein das infiltrierte Gebiet mit breiten Schnitten eröffnet und mittels Wärmebehandlung deſſen Einſchmelzung und nachfolgende Abſzedierung beſchleunigt.

Jugel behandelte dagegen mit Erfolg durch ½- bis 1-ſtündige Beſtrahlung mit 1,5 mg Radium. Setzte dieſe Behandlung ſchon ein, bevor eine Einſchmelzung des befallenen Gewebes eingetreten war, ſo blieb dieſe entweder aus, und es kam zur Restitutio ad integrum oder es bildete ſich eine Demarkation, deren Inneres raſch verflüſſigt wurde, wobei es zuweilen ſpontan zum Durchbruch kam. Somit wurde die Heilung des Prozeſſes weſentlich beſchleunigt, ſo daß ſchon 10 Stunden nach der Beſtrahlung Beſſerung, d. h. Ver-

minderung des Spannungsgefühles, Minderung der Schmerzen und ſteiler Abfall des Fiebers eintrat.

Die verhältnismäßig geringen Erfolge, die man bei rein medikamentöſer Behandlung der Alveolarpyorrhoe ſpeziell ihrer chroniſchen Form der Paradentoſe erzielte, führte dazu, daß man auch die Gamaſtrahlen zur Heilung einführte. Eiſex wandte die kombinierte Methode des Ausſpritzens (Atomiſeur) und Ausſpülens ſowie direkte Beſtrahlung mit Erfolg an. Er benützte zum Ausſpritzen eine emanationshaltige Löſung von 1200 M. E. und konnte damit im Laufe von 14 Tagen eine weſentliche Beſſerung feſtſtellen. Taſchen an oberen Frontzähnen beſtrahlte er mit 3,03 mg Radiumbromid, das in Glasröhrchen eingeſchloſſen war. Innerhalb 4 Wochen beſtrahlte er viermal je 5 Minuten und dreimal je 10 Minuten. Nach einer Latenzzeit von 4 Wochen, während der ſich kein Erfolg zeigte, war eine Restitutio ad integrum feſtzuſtellen. Rezidive traten nicht auf. Trauner verordnete Radiumemanation zu Spülungen, wozu er emanationhaltiges Waſſer von 275 M. E. anwendete. Der Patient erhielt täglich 300 ccm zum Spülen. Natürlich wurde vorher auch eine gründliche Reinigung der Zähne von allen Auflagerungen vorgenommen. Auf dieſe Behandlung hin verſchwanden die Symptome. Levy verordnete Trinkkuren mit radiumhaltigen Waſſer, Zahnfleiſchmaſſagen mit ebenſolchen Paſten und Injektionen mit löslichen Radiumſalzen. Zur Trinkkur verſchrieb er dreimal 1 Löſung von 333 M. E. Nach einem Monat waren die Zähne nicht mehr locker und das Zahnfleiſch hatte ſeine normale Lage und Feſtigkeit. Die Erfolge mit der Paſtenmaſſage und der Injektionsmethode waren ebenſo gut. Infolge der verſchiedenen Ätiologie iſt natürlich individuelle Behandlung notwendig. Mamlock beſchritt ähnliche Wege und konnte ebenſo gute Erfolge verzeichnen.

Mamlock war es auch, der die Forderung aufſtellte, radioaktive Subſtanzen in der Zahn- und Mundpflege weitgehendſt zu verwenden. Er ging von dem Standpunkt aus, daß es weſentlich wichtiger ſei, die natürlichen Abwehrkräfte des Mundes zu mobiliſieren, anſtatt mit Hilfe von Chemikalien eine antiſeptiſche Wirkung hervorzurufen. Für den Fall, daß dieſe Medikamente ſo ſtark waren, eine weſentliche Wirkung auf die eingedrungenen Krankheitskeime auszuüben, war gleichzeitig eine unerwünſchte Schädigung der Mundſchleimhaut und der Zähne unvermeidlich. Waren dagegen dieſe Stoffe, eben um dieſe Mängel auszuſchalten, entſprechend verdünnt, ſo war ihre Wirkung auf Mikroorganismen gleich Null. Andererſeits ſtellt eine normal reagierende geſunde Schleimhaut den beſten Schutz gegen Infektionen aller Art dar. Das geeignete Mittel zur Anregung natürlicher Abwehrkräfte ſieht Mamlock in der Strahlung radioaktiver Subſtanzen. Unter dieſen Geſichtspunkten ſchuf man die Zahncreme „Doramad“. Sie enthält als wirkſamen Beſtandteil neben den üblichen Zuſätzen wie Schlemmkreide, Menthol,

uſw. vor allem das Radiothor und zwar ſind in der Paſte 0,05% aktiviertes Thoriumhydroxyd von der Stärke 1500 M. E. Dagegen fehlen vollſtändig jegliche ſchädliche Chemikalien. Da die Subſtanz Radiothor ſehr beſtändig iſt, behält die Paſte über Jahre hinaus ihre Wirkſamkeit. Doramad entfacht eine außerordentlich günſtige Wirkung auf das Zahnfleiſch und noch 4 Stunden nach Gebrauch konnte man ihre Wirkung im Munde nachweiſen. Unterſuchungen von Jugel ergaben, daß nach 14 tägigem regelmäßigen Gebrauch der Blutdruck in den Papillen konſtant weſentlich erhöht war, was einen Beweis für die verbeſſerte Durchblutung darſtellt. Bei Benützung der gewöhnlichen Zahnputzmittel war die Steigerung des Blutdruckes nur vorübergehend. Die Einführung radioaktiver Stoffe in die Zahn- und Mundpflegemittel ſtellt ſomit einen erheblichen Fortſchritt auf dieſem Gebiete dar.

Wenn im vorhergehenden die radioaktiven Subſtanzen weſentlich nur zu vorbeugenden Maßnahmen verwendet wurden, ſo benützt man in folgenden Fällen die radioaktive Strahlung hauptſächlich dazu, pathologiſche Bildungen im Gewebe anzugehen und zur Heilung zu bringen. Bei Epulis, einer im Bereich der Mundhöhle nicht ſelten auftretende Neubildung, wird z. B. Radiumbeſtrahlung häufig mit Erfolg angewendet. Bei dieſer Krankheit haben wir es vordringlich mit zwei Formen zu tun, der Epulis fibromatosa, bei welcher das bindegewebige Element vorherrſcht und der Epulis giganto cellularis, bei welcher zellige Elemente hauptſächlich im Vordergrund ſtehen. Bei beiden Formen aber handelt es ſich nicht um eine Gewebsneubildung, im Sinne eines malignen Tumors mit dem Kennzeichen der unreifen Zellen, ſondern um Gewebe, die infolge Störungen des im Organismus herrſchenden Gleichgewichts (Gravidität) uſw. als Reaktion auftreten. Als therapeutiſche Maßnahme hiefür wird für gewöhnlich totale Exziſion angegeben. Daneben wird aber auch ausſchließlich Strahlenbehandlung beſchrieben. Zur Behandlung greift man dabei zu Radiumtuben, ſogenannten Dominiciröhrchen. Als Haltevorrichtung hiefür haben ſich Stentsprotheſen beſtens bewährt. Der Vorteil der Strahlentherapie liegt in der Vermeidung größerer Defekte und Opferung von Zähnen, was beim chirurgiſchen Eingriff manchmal unvermeidlich iſt. Noch größere Sicherheit für den Erfolg bietet natürlich eine kombinierte Methode: Operation und Nachbeſtrahlung.

Auch bei Hämangiomen und Lymphangiomen ſuchte man durch Radiumbeſtrahlung die blutige Heilmethode zu umgehen. Bei Kindern führte denn auch die Beſtrahlungsmethode zu beſten Erfolgen, während bei Erwachſenen (nach Levy) dieſes Ziel nur in den ſeltenſten Fällen befriedigend erreicht wurde. Im Gegenſatz hiezu ſoll bei Leukoplakie eine Radium- und Meſothoriumbeſtrahlung angeblich zum Dauererfolg geführt haben.

Das klaſſiſche Gebiet für Radiumbeſtrahlung in der Zahnheilkunde iſt jedoch genau wie in der Allgemeinmedizin auf dem Gebiete der Bekämpfung patho-

logiſcher Gewebsbildungen, der Tumoren zu ſuchen. Strahlenbehandlung und chirurgiſche Maßnahmen müſſen ſich hier oft ergänzen bzw. erſetzen.

Zur Behandlung werden Nadeln benützt, die die radioaktive Subſtanz enthalten. Dieſe Nadeln werden auf zweierlei Weiſe appliziert: a) intratumoral, b) extratumoral. Im erſteren Falle werden die radiumhaltigen Nadeln in die Geſchwulſt unter Narkoſe eingeführt, und das geſunde Gewebe durch Bleiplättchen, Protektoren genannt, abgedeckt und ſo vor Schädigung bewahrt. Man benötigt für die Beſtrahlung ungefähr 8—12 Nadeln, für die Dauer von 7 bis 10 Tagen und zwar ſo, daß die Doſis rund 1600—2600 mg Stunden beträgt. Um einen Verluſt oder ein Herausfallen einzelner Nadeln zu verhindern, werden dieſe durch Silkwormfäden geſichert, die wiederum untereinander verknotet ſind. Bei der extratumoralen Beſtrahlung, die man anwendet, wenn die vorige Methode nicht auszuführen iſt, wird ein Applikator eingeführt. Dabei wird die Oberfläche des Tumors beſtrahlt, wobei ſich die radioaktive Subſtanz in dem Träger befindet. Dieſe Radiumträger werden nach Abdruck aus Kautſchuk hergeſtellt und enthalten zur Aufnahme der Radiumnadeln eine bleiausgekleidete Ausſparung. Ehe das Radium eingeführt wird, muß die Mundhöhle peinlichſt ſaniert werden. Metallfüllungen, Kronen und Brücken ſind zu entfernen, um Sekundärſtrahlungen zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde darf zur Herſtellung der Baſiskautſchukplatte nur ungefärbter Kautſchuk verwendet werden. Die Farbſtoffe, die in der Regel dem Kautſchuk zugeſetzt werden, enthalten Zinnober (Queckſilberoxyd) was ebenfalls Sekundärſtrahlungen hervorrufen kann. Bei der Oberflächenbeſtrahlung werden die Nadeln in einem Abſtand von 12 bis 15 mm von der Tumoroberfläche befeſtigt. Man beſtrahlt etwa 10—20 Tage mit ungefähr 5 mg-Nadeln. Falls größere Mengen Radium zur Verfügung ſtehen, vergrößert man den Abſtand zwiſchen Tumor und ſtrahlender Subſtanz zur Erzielung einer größeren Tiefenwirkung. Sogenannte Radiumkanonen, d. h. Behälter mit etwa 2—3 g Radium läßt man in einem Abſtand von 6 cm 2—3 Wochen lang auf den Tumor einwirken. Die erforderlichen Doſen ſchwanken zwiſchen 60 000—100 000 mg-Stunden.

Der Vorteil der Intratumoralbeſtrahlung liegt darin, daß einerſeits das Tumorgebiet gleichmäßiger durchſtrahlt und vom geſunden Gewebe ſchärfer abgegrenzt werden kann. Bei all dieſen therapeutiſchen Maßnahmen iſt der Zahnarzt nur mittelbar beteiligt. Die eigentliche Durchführung der Beſtrahlung iſt Sache des Spezialiſten.

Die Aufgabe des Zahnarztes beſteht im weſentlichen darin, im gegebenen Fall ihm die geeigneten Hilfsmittel, Haltevorrichtungen für Radium, in die Hand zu geben, wenn es ſich darum handelt, im Mundbereich Beſtrahlungen durchzuführen. Daraus geht allein ſchon hervor, daß nur bei extratumoraler Beſtrahlung die Mitarbeit des Zahnarztes notwendig wird. Von der zu

ſchaffenden Apparatur fordert man einfache und billige Konſtruktion, leichte Einführbarkeit und ſichere Befeſtigung, Bequemlichkeit für den Patienten und Unverſchieblichkeit während der Dauer der Behandlung. Für die daran angebrachte radioaktive Subſtanz hingegen, ſoll ein gewiſſer Spielraum vorhanden ſein. Es bedurfte der Erfahrungen eines größeren Zeitraums, bis es gelang, dieſen Forderungen hinreichend gerecht zu werden.

Urſprünglich befeſtigte man die Präparate mittels Heftpflaſtern oder Klammern auf der Schleimhaut. Dann ging man dazu über, Protheſen aus plaſtiſchen Abdruckmaſſen herzuſtellen; aber davon iſt man wieder abgekommen. Um Deformationen dieſer Maſſe zu vermeiden, und den Protheſen genügend Feſtigkeit zu verleihen, mußten ſie ziemlich dick angefertigt werden. Außerdem war es ſchwierig, die Apparatur unverrückbar zu fixieren. So ging man ſchließlich dazu über, Haltevorrichtungen aus Kautſchuk anzufertigen, die aber auch nur in beſtimmten Fällen zur Anwendung kommen können.

Der Umfang der Protheſe und die Art der Befeſtigung (Klammern), ſind es vor allem, die dieſe beſchränkte Verwendungsmöglichkeit mit ſich bringen. Es ſind ja meiſt genügend Zähne vorhanden, die eine Befeſtigung der Radiumprotheſe im Oberkiefer ermöglichen. Wegen der Verſchieblichkeit während der Beſtrahlung iſt die Befeſtigung im Unterkiefer unzweckmäßig und nur, wenn ſich das zu beſtrahlende Gebiet hier befindet, wird die Apparatur an den unteren Zähnen befeſtigt. Heute iſt man dazu übergegangen, ſolange Zähne als Stützpunkte zur Verfügung ſtehen, Metall als Werkſtoff zu benützen. Man beſchreitet dabei folgenden Weg: Die noch vorhandenen Zähne werden mit Metallbändern verſehen und an dieſe gleichlaufend mit dem Alveolarrand ein Drahtbügel verlötet. Über dieſen Bügel wird eine Gleitſchiene geſchoben, die mit Hilfe einer Stellſchraube ſich arretieren läßt. An der dem Tumor zugewendeten Seite bringt man dann für den Radiumbehälter ein Drahtgeſtell an, deſſen Form der des erſteren angepaßt, alſo zylindriſch oder kaſtenförmig iſt. Die Gleitſchiene mit der Stellſchraube ermöglicht eine beliebige Einſtellung des Radiumbehälters.

Iſt der Oberkiefer unbezahnt, ſo iſt eine Kautſchukplatte indiziert. Man geht zunächſt ſo vor wie bei der Anfertigung eines oberen Totalerſatzes. Man nimmt Abdruck, ſtellt die Bißhöhe feſt und vulkaniſiert die ſo entſtandene Gaumenplatte in Kautſchuk, wobei man eine Kanüle mit Klemmſchraube an geeigneter Stelle einläßt. Durch dieſe Kanüle wird ein ſtarker Draht mit ſeinen freien Enden geſchoben und kann durch die Klemmſchraube in beliebiger Stellung und Lage fixiert werden. Das andere Ende des Drahtes iſt mit dem Träger für den Radiumbehälter verlötet. Im ungünſtigſten Falle, wenn Ober- und Unterkiefer unbezahnt ſind, muß eine extraorale Fixation zu Hilfe gezogen werden.

Normalerweiſe wird die chirurgiſche Methode bei der Behandlung von

Tumoren auch in der Mundhöhle angewendet. Die unbefriedigenden Ergebniſſe aber ließen eine Vor- und Nachbeſtrahlung mit radioaktiven Subſtanzen angezeigt erſcheinen, was eine beträchtliche Verbeſſerung der Operationsergebniſſe mit ſich brachte und Rezidive viel ſeltener auftraten. Bei inoperablen Fällen ging man nur mittels Beſtrahlung vor. Die Radiumpunktur eines Zungentumors ſtellt z. B. einen weſentlich gefahrloſeren Eingriff dar, als der rein chirurgiſche. Hingegen Oberkiefer-Carcinom und Pharynxtumoren ſind nach Gericke am beſten radikalchirurgiſch anzugehen.

Zur Illuſtration der Bedeutung einer Radiumbehandlung im Gebiet der Mundhöhle für Tumoren ſeien kurz die Ergebniſſe, welche im Collis P. Huntington Memorial Hoſpital bei der Heilung von Carcinom an den Tonſillen in der Zeitſpanne von 12 Jahren (1921—1933) erzielt wurden, dargeſtellt. Während dieſer Zeit wurden in dem Inſtitut 240 Fälle von Tonſillen-Ca aufgezeichnet, wovon 118 behandelt wurden. Der Reſt kam nur der Diagnoſe wegen oder verzichtete wegen Ausſichtsloſigkeit auf die Einleitung einer Therapie (99).

Man behandelte zunächſt operativ mit darauffolgender Radiumnachbeſtrahlung (10 Fälle); dann ging man dazu über, ſtatt mit Radium mit Röntgenſtrahlen nachzubehandeln (4 Fälle). Schließlich verließ man die blutige Methode überhaupt, um zuerſt Radiumbeſtrahlung (Implantationsmethode) mit Röntgennachbeſtrahlung anzuwenden. Das Geſamtergebnis ſtellt ſich folgendermaßen dar: Man verzeichnete bei den 118 behandelten Fällen

43 Fälle	ohne Beſſerung
23 Fälle	ohne Rezidive
47 Fälle	Rezidive innerhalb von einem Jahr
2 Fälle	Rezidive zwiſchen 1—2 Jahren
2 Fälle	Rezidive zwiſchen 2—5 Jahren
1 Fall	Rezidive nach 5 Jahren.

Beſſer läßt ſich die Überlegenheit der reinen Strahlenbehandlung gegenüber anderen Methoden aus folgender Tabelle erſehen:

Behandlungsjahr:	behandelte Fälle:	geheilt:
1921	26	1
1924	17	1
1925	16	1
1928	16	1
1929	11	1
1931	9	3
1932	11	5
1933	11	5

Die Schlußfolgerung, die ſich daraus in Bezug auf die Art der Behandlung ziehen läßt, drückt der Vermittler des vorſtehenden Berichtes folgendermaßen aus: „Nach unſerer Erfahrung hat man mit dieſer Methode am eheſten Erfolg, ohne daß ſie dem Patienten unerträglich wäre oder ihn einer langen ſtationären Behandlung unterwirft."

Die radioaktiven Subſtanzen ſtellen, wie aus dem Vorhergehenden zu erſehen iſt, auch in der Zahnheilkunde ein wertvolles Hilfsmittel dar, um pathologiſche Zuſtände im Bereich der Mundhöhle bekämpfen zu können. Leider ſtellen ſich einer unbeſchränkten Anwendung alle möglichen Hinderniſſe in den Weg. Vor allem ſpielt hier das geringe Vorkommen und der dadurch bedingte hohe Preis der betreffenden Subſtanzen eine große Rolle. Die meiſten Inſtitute und noch weniger der Arzt in der Privatpraxis verfügen nicht über die genügenden Mengen, um eine Therapie ausführen zu können.

Auf keinen Fall aber wird es möglich ſein, eine Strahlenbehandlung, ſei es eine ſolche mit Radium oder aber auch mit Röntgenſtrahlen, ohne Hinzuziehung eines Spezialiſten für dieſes Gebiet durchzuführen. Die Indikation iſt nämlich derart begrenzt, daß man infolge der Gefährlichkeit der Mittel und deren ſchwierige Anwendungsmethoden durch die Hand des Ungeübten mehr Schaden als Nutzen anrichten kann. Wie ſo oft in anderen Fällen iſt es beim Gebrauch des Radiums zu therapeutiſchen Zwecken in der Zahnheilkunde unumgänglich notwendig, daß die kompetenten Stellen, in unſerem Falle Zahnarzt und Röntgen- bzw. Radiumſpezialiſt Hand in Hand arbeiten. Während jener oft in die Lage kommt, als erſter einen Fall zu diagnoſtizieren, der einer Strahlenbehandlung zuzuführen iſt, trifft letzterer über den einzuſchlagenden Weg die Entſcheidung, beſtimmt die Form der Applikation und gibt gegebenenfalls dem Zahnarzt wiederum die Anleitung zur Herſtellung eines geeigneten Trägers für die Radiumpräparate. Für eine erſprießliche Zuſammenarbeit zwiſchen beiden Teilen iſt es natürlich nötig, daß jeder über Umfang der Tätigkeit die Grenzen der Arbeitsmöglichkeit des anderen weitgehendſt unterrichtet iſt. Bei ausgedehnten pathologiſchen Veränderungen, wie ſie beſonders die malignen Tumoren darſtellen, reiht ſich als dritter Helfer im Kampf gegen die Krankheit noch der Chirurg ein. Auch hier ſind die Vorausſetzungen für erfolgreiche Tätigkeit dieſelben, wie die oben angeführten. Erſt wenn ſich die einzelnen Zweige der Heilkunde ſo in zielſtrebiger Weiſe verbinden, beſteht Ausſicht, erfolgreich einen Kampf gegen pathologiſches Geſchehen führen zu können.

Zum Schluß möchte ich Herrn Profeſſor Dr. Voltz für die Überlaſſung des Themas und die freundlichen Anweiſungen herzlich danken.

Lebenslauf

Am 28. Mai 1913 wurde ich, Schöpperl Eliſabeth, zu Regensburg geboren. Nach Beſuch des Mädchenrealgymnaſiums der Engl. Fräulein zu Regensburg beſtand ich daſelbſt im Februar 1932 die Reifeprüfung. Nach 3½ jährigem Studium approbierte ich im Mai 1936 in München als Zahnärztin.

Literaturangabe:

Apfelſtaedt: Haltevorrichtungen für Radiumträger (Dtſch. Monatsſchrift für Zahnärzte 1927).

Berven: Radiumbehandlung der malignen Mundhöhlentumoren (Dtſch. Monatsſchrift für Zahnheilkunde 1933).

Farber: Der gegenwärtige Stand der Radiumtherapie in der Zahnheilkunde (Diſſ., Bonn 1932).

Gudzent: Grundriß zum Studium der Radiumtherapie.

Gericke: Radiumchirurgie (D. Z. M. 1935, Nr. 11).

Howkins: Applikationsform bei Tumoren (D. Z. M. 1931). — Radium und ſeine zahnärztliche Applikation (Zahnärztliche Monatsſchrift 1930).

Jugel: Anwendung des Radiums bei Phlegmonen (D. Z. W. 1903, Nr. 33). — Radiumſchwachbeſtrahlung mit Radiumkieferkompreſſe „Radiogenkompreſſe“ (D. Z. W. 1930, Nr. 33). — Blutdruckmeſſungen am Zahnfleiſch (Dtſch. zahnärztl. Zeitungen 1923, Nr. 12).

Kohlmeier: Radiumtherapie in der Zahnheilkunde (D. Diſſ., Würzburg 1932).

Lazarus: Handbuch der Radium-Biologie und -Therapie.

Levy: Eignung radioaktiver Stoffe als Wurzelfüllmaterial (Zahnärztl. Rundſchau 1935, Nr. 23). — Indikation für die Radiumbeſtrahlung in der Mundhöhle (Zahnärztl. Rundſchau 1930, Nr. 18).

Mamlock: Radioaktive Subſtanzen im Dienſte biologiſcher Mundpflege (Zahnärztl. Rundſchau 1929, Nr. 46).

Müller: Über die Anwendung radioaktiver Elemente in der Zahnheilkunde (D. Z. W. 1922).

Nordgaard: Radioaktive Wurzelfüllung (Zahnärztl. Rundſchau 1935, Nr. 19).

Roſenberg: Applikation bei Tumoren (Zahnärztl. Rundſchau 1930, Nr. 10).

Schall: Carcinoma of the tonsil (The New England Journalhof Medizin 29. 11. 34).

Slawyk: Der Mikrokosmos nach neueren phyſikaliſchen Forſchungen.

Simone: Licht- und Strahlentherapie in der Zahnheilkunde (Schweizeriſche Zeitſchrift für Zahnheilkunde 1935, Nr. 7).

Wallach: Die Anwendung radioaktiver Strahlen bei der Zahn- und Mundpflege (Zahnärztl. Rundſchau 1929, Nr. 24).

Wolf: Radiolix (Zahnärztl. Rundſchau 1934, Nr. 30).